

Pemilihan Alat Bor Berdasarkan Kinerjanya dalam Penyediaan Lubang Ledak untuk Memenuhi Target Produksi Pada PT. Pasific Granitama

Irham Ramadhan^{*}, Yunus Ashari, Solihin

Prodi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Islam Bandung, Indonesia.

*rirham00@gmail.com, yunus_ashari@unisba.ac.id, solihin@unisba.ac.id

Abstract. This research was conducted at PT. Pasific Granitama located in Pangke Village, Karimun Regency, Riau Islands Province. The aim of this study is to evaluate and compare the performance of two drilling machines, Everdigm ECD45E and Tamrock Panthera, in creating blast holes to meet granite production targets. This study applies a technical approach, excluding economic considerations. The methodology includes collecting primary data through field observation on cycle time, penetration rate, work efficiency, and drilling productivity of each drill. Rock characteristics were also classified into three major categories: broken, semi-broken, and massive, to examine their influence on drilling performance. The findings reveal that Tamrock Panthera outperforms Everdigm ECD45E in terms of penetration rate and efficiency, particularly on semi-broken and massive lithologies. Based on linear regression analysis, technical recommendations are provided to improve drill selection and ensure optimal production achievement.

Keywords: *Drilling Equipment, Penetration Rate, Work Efficiency, Blast Holes, Granite Productions.*

Abstrak. Penelitian ini dilakukan di PT. Pasific Granitama yang berlokasi di Desa Pangke, Kabupaten Karimun, Provinsi Kepulauan Riau. Tujuan dari penelitian ini adalah mengevaluasi dan membandingkan kinerja dua jenis alat bor, yaitu Everdigm ECD45E dan Tamrock Panthera, dalam proses pengeboran lubang ledak untuk mencapai target produksi granit. Penelitian ini menggunakan pendekatan teknis tanpa mempertimbangkan aspek ekonomi. Metodologi yang digunakan mencakup pengumpulan data primer melalui observasi lapangan terhadap cycle time, laju penetrasi, efisiensi kerja, dan produktivitas pengeboran dari masing-masing alat bor. Selain itu, dilakukan klasifikasi karakteristik batuan menjadi tiga kategori utama: broken, semi broken, dan massive, untuk mengetahui pengaruhnya terhadap laju penetrasi alat bor. Hasil penelitian menunjukkan bahwa laju penetrasi dan efisiensi kerja Tamrock Panthera lebih unggul dibandingkan Everdigm ECD45E, terutama pada litologi batuan semi broken dan massive. Berdasarkan analisis dan perhitungan regresi linier, rekomendasi teknis diberikan dalam paya peningkatan efektivitas pemilihan alat bor guna memastikan tercapainya target produksi secara optimal.

Kata Kunci: *Alat Bor, Laju Penetrasi, Efisiensi Kerja, Produksi Granit.*

A. Pendahuluan

Industri pertambangan granit memiliki peran penting dalam memenuhi kebutuhan bahan bangunan. Proses produksi granit melibatkan tahap peledakan batuan yang bertujuan untuk memisahkan batuan dari bongkahan yang lebih besar. Kualitas dan kuantitas produksi granit sangat dipengaruhi oleh efisiensi dan efektifitas proses peledakan. Salah satu faktor kunci yang menentukan keberhasilan proses peledakan adalah pemilihan alat bor yang tepat.

Alat bor merupakan peralatan utama dalam pembuatan lubang ledak. Kinerja alat bor secara langsung mempengaruhi kualitas dan kuantitas lubang ledak yang dihasilkan. Lubang ledak yang berkualitas akan menghasilkan hasil peledakan yang optimal, yaitu menghasilkan bongkahan batuan dengan ukuran yang sesuai dan meminimalkan kerusakan pada batuan sekitarnya dan juga tercapainya target produksi yang diinginkan. Pada PT. Pasific Granitama kegiatan pengeboran dilakukan dengan menggunakan 2 jenis alat bor untuk membuat lubang ledak dengan geometri dan pola pengeboran tertentu jika jumlah lubang ledak yang tersedia tidak sesuai dengan yang di rencanakan, maka dapat menyebabkan tidak tercapainya target produksi. Oleh karena itu dilakukan perancangan terhadap kinerja alat bor untuk mencapai target produksi yang direncanakan. Karakteristik formasi yang sangat berpengaruh terhadap kinerja alat bor adalah karakteristik dari batuan formasi yaitu sifat mekaniknya, sifat mekanik yang mempengaruhi kinerja alat bor yaitu: *compressive strength*, *drillability*, *hardness*, *abrasiveness*.

Di dalam menentukan diameter lubang ledak berdasarkan dari *volume* massa batuan yang akan dibongkar, tinggi jenjang, tingkat fragmentasi yang diinginkan, mesin bor yang digunakan, dan kapasitas alat muat yang akan dipergunakan untuk kegiatan pemuatan material hasil peledakan. Untuk diameter lubang ledak yang terlalu kecil, maka faktor energi yang dihasilkan akan berkurang sehingga tidak cukup besar untuk membongkar batuan yang akan diledakkan, sedangkan jika diameter lubang ledak terlalu besar maka lubang ledak tidak cukup untuk menghasilkan fragmentasi yang baik, maka fragmentasi yang baik akan terjadi bila masing-masing terjangkau oleh suatu lubang ledak.

Prinsip pengeboran adalah mendapatkan kualitas lubang tembak tinggi yang dihasilkan oleh aktivitas pengeboran yang cepat dan dalam posisi yang tepat. Pengeboran dibagi menjadi 2 (dua), pengeboran untuk kegiatan peledakan (kegiatan pengeboran yang dilakukan sebelum peledakan dengan membuat lubang ledak terlebih dahulu menggunakan geometri dan pola pengeboran tertentu yang nantinya akan diledakkan), dan pengeboran untuk kegiatan eksplorasi (adalah kegiatan pengeboran yang bertujuan untuk menentukan bentuk, penyebaran, letak, posisi, kadar, jumlah endapan serta kondisi geologi. Untuk menghitung kecepatan penetrasi suatu alat bor dan parameter-parameter. Dapat di ketahui dari klasifikasi yang berdasarkan skala mohs (mohs, 1812), kemudian dari pengujian kekerasan batuan berdasarkan skala Mohs dihubungkan dengan pengujian kekuatan batuan (MPa). Oleh karena itu, tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui laju penetrasi masing-masing alat bor;
2. Mengetahui kemampuan pengeboran dari alat bor;
3. Mengetahui efisiensi kerja dari masing-masing alat bor;
4. Mengetahui hasil produksi pengeboran masing-masing alat bor;
5. Mengetahui jumlah alat bor yang digunakan untuk mencapai target yang direncanakan.

B. Metode

Pengambilan data lapangan dilakukan dengan dua cara. Data utama (primer) diperoleh dengan melakukan pengamatan dan pengambilan data di lapangan. Data primer yang diperoleh di lapangan berupa material yang di bor berupa batuan granit, kedalaman lubang bor, *cycle time* pengeboran yang didapat dari 1 siklus waktu kerja masing-masing alat bor, laju penetrasi pengeboran yang didapat dari waktu rata-rata yang diperlukan mata bor untuk menembus material batuan granit pada kedalaman tertentu, dan waktu efektif dari kegiatan pengeboran dalam satu hari. Kondisi lapangan dan gambaran aktivitas pengeboran diamati secara langsung di lapangan. Sedangkan untuk data sekunder diperoleh melalui studi literatur yang berhubungan dengan permasalahan yang ada.

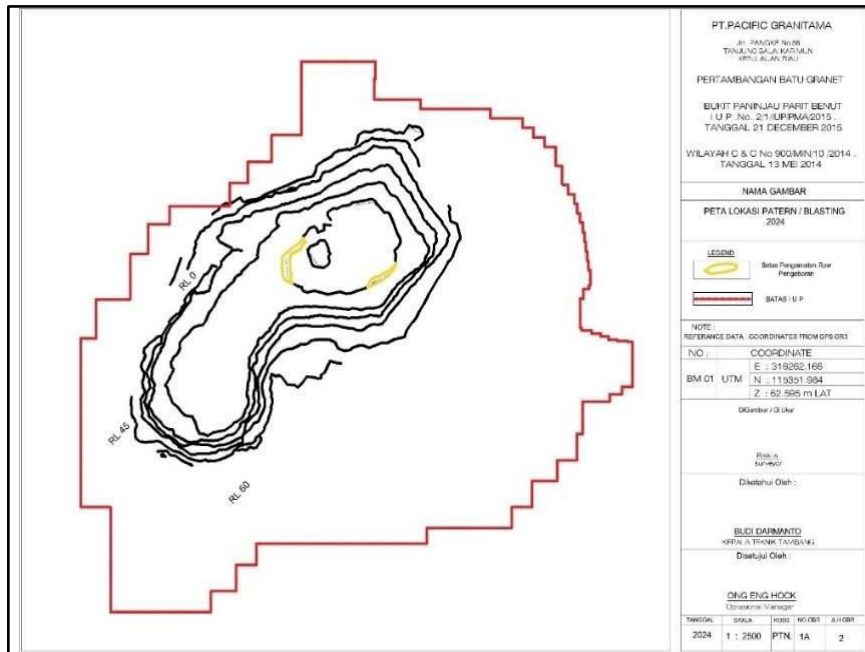
Pengolahan data dilakukan dengan mengolah data berupa *cycle time* pengeboran dan laju

penetrasi pengeboran. Dari pengolahan data *cycle time* pengeboran dan laju penetrasi pengeboran dapat menghasilkan data berupa efisiensi kerja alat bor, ke mampuan pengeboran, jumlah alat yang digunakan sampai dengan produksi pengeboran.

C. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Kondisi Area Kerja Pengeboran

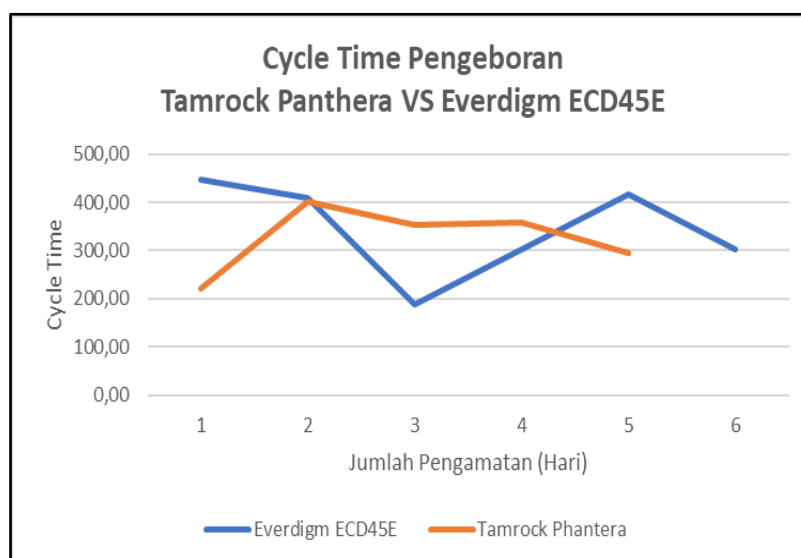
Pada Kondisi area kerja pengeboran, dimana target pada masing-masing alat di setiap area berbeda. Pada quarry PT Pacific Granitama yang mencakup alat bor Tamrock Panthera dan Everdigm ECD45E dimana target produksi yang harus dicapai adalah 12.000 sampai 14.000 ton. Untuk metode masing-masing alat bor metode rotary-percussive yang hasil penetrasinya berupa debu batu granit. Pada masing masing diameter 4 inch dengan burden 3,2m dan spacing 3,7m.



Gambar 1. Batas Pengeboran

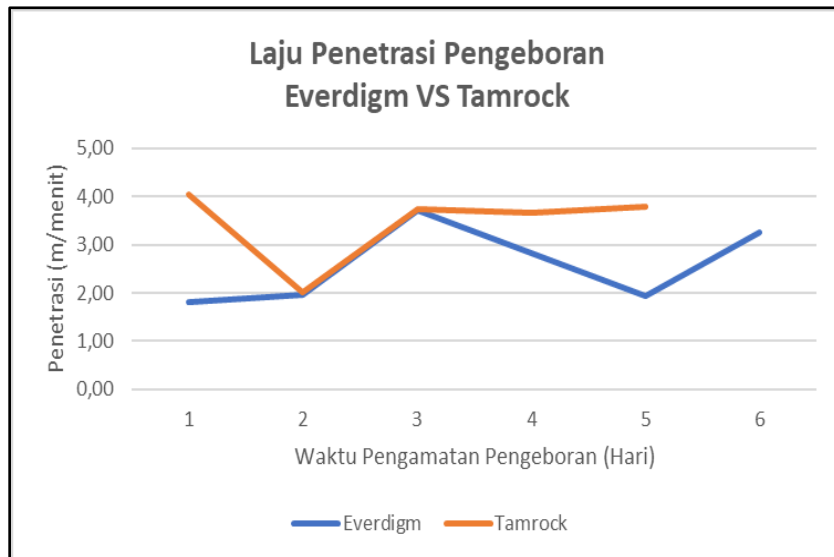
Cycle Time Pengeboran

Cycle time pengeboran didapatkan dari hasil pengamatan beberapa kegiatan yang dilakukan saat kegiatan pengeboran dimulai. Waktu yang diamati meliputi waktu manuver, levelling, penetrasi, ganti batang bor, dan saat menaikkan alat bor.



Gambar 2. Perbandingan Cycle Time Pengeboran Tamrock Phantera VS Everdigm ECD45E**Laju Penetrasi Pengeboran**

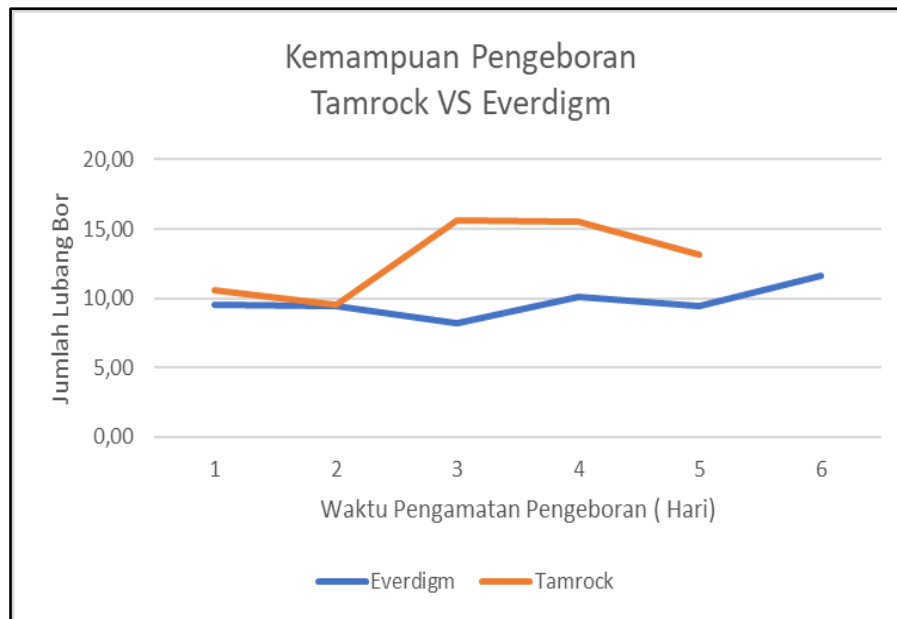
Laju penetrasi pengeboran dihasilkan dari pengamatan kegiatan pengeboran disaat batasi bor mulai mengebor batuan. Pengamatan dilakukan terhadap alat Tamrock dan Everdigm untuk mendapatkan perbandingan terhadap laju penetrasi pengeboran. Laju penetrasi pengeboran adalah waktu rata-rata yang di perlukan mata bor untuk menembus batuan saat pengeboran satu lubang ledak pada kedalaman yang sudah ditentukan. Adapun juga faktor – faktor yang dapat mempengaruhi laju penetrasi alat bor yaitu umur alat bor, jenis atau tipe alat bor, tekanan, berat mata bor, kecepatan putaran, kapasitas mesin bor, formasi batuan dan cara pengoprasian mesin bor.

**Gambar 3.** Perbandingan Laju Pengeboran Pengeboran Tamrock Phantera VS Everdigm ECD45E

Berdasarkan Grafik 5.2 dapat dilihat alat bor *Tamrock* menghasilkan laju penetrasi lebih besar dengan rata – rata penetrasi 3,45 meter/menit dibandingkan dengan alat bor *Everdigm* yang menghasilkan penetrasi rata – rata 2,58 meter/menit. Hal tersebut diakibatkan karena kinerja pada alat bor *Everdigm* dipengaruhi oleh kendala umur alat yang sudah lama dibandingkan dengan alat bor *Tamrock*.

Kemampuan Pengeboran

Kemampuan pengeboran merupakan kemampuan alat untuk menghasilkan jumlah lubang bor yang didasarkan dari waktu edar pengeboran dengan waktu efektif saat pengeboran.



Gambar 4. Perbandingan Kemampuan Pengeboran Tamrock Phantera VS Everdigm ECD45E

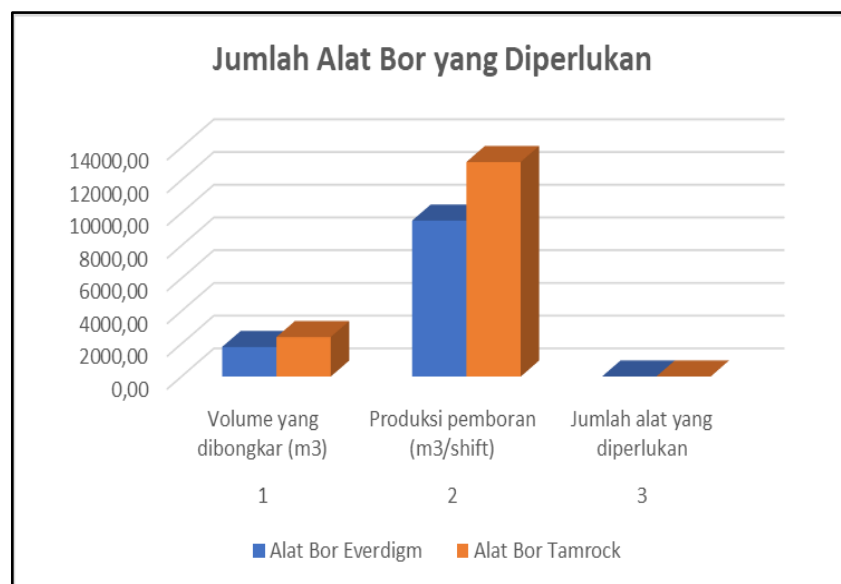
Jumlah Alat Bor Yang Diperlukan

Jumlah alat bor yang diperlukan didasarkan dari target volume batuan yang akan dibongkar dan produksi pemboran harian. Berdasarkan grafik menunjukan jumlah alat yang di perlukan mengacu pada target produksi dan volume yang dibongkar secara teoritis.

Tabel 1. Jumlah Alat Yang Diperlukan

No	Parameter	Alat Bor	
		Everdigm	Tamrock
1	Volume yang dibongkar (m ³)	1811,52	2415,36
2	Produksi pemboran (m ³ /shift)	9527,50	13110,42
3	Jumlah alat yang diperlukan	5	5

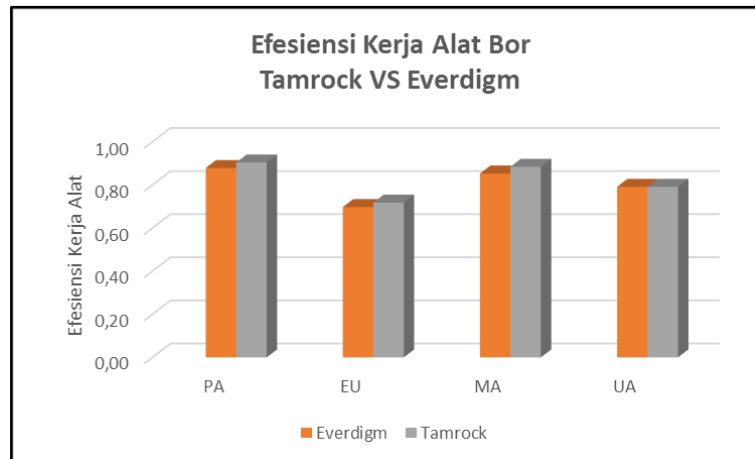
Sumber: Data Penelitian yang Sudah Diolah, 2025



Gambar 5. Perbandingan Produksi Pengeboran Tamrock Phantera VS Everdigm ECD45E

Efisiensi Kerja Alat Bor

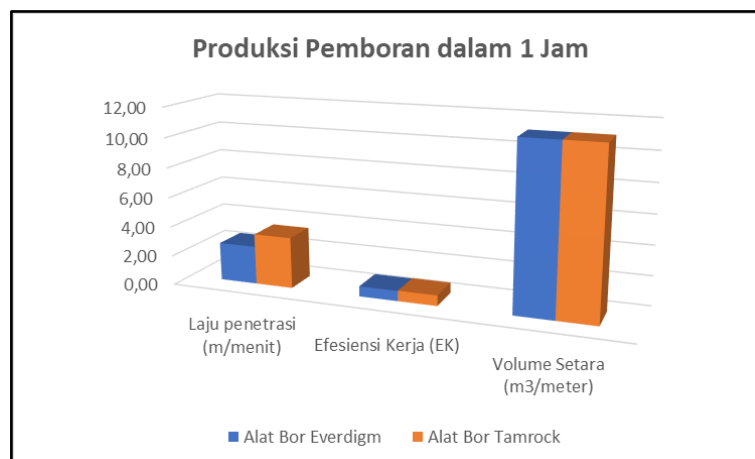
Efisiensi kerja alat bor merupakan hal yang penting untuk melihat efektif tidaknya suatu alat bor untuk bekerja dengan waktu yang tersedia.



Gambar 6. Perbandingan Efisiensi Kerja Alat Bor Tamrock Phantera VS Everdigm ECD45E

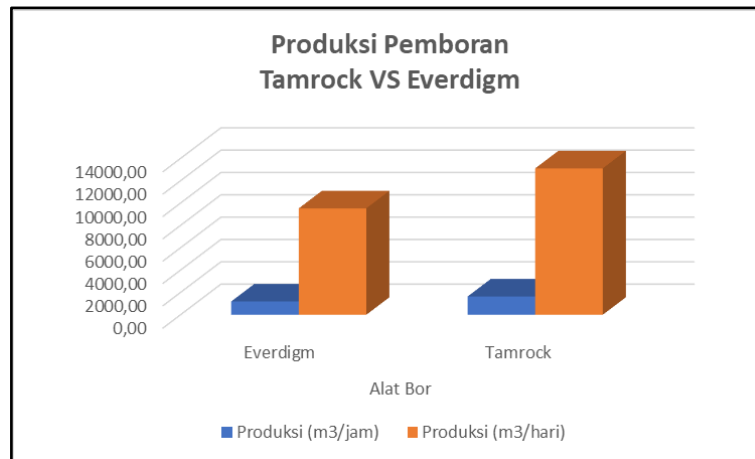
Produksi Pengeboran

Produksi Pengeboran dapat dihitung secara teoritis dengan beberapa parameter seperti laju penetrasi, efisiensi kerja alat bor, volume setara dan lama pengeboran.



Gambar 7. Perbandingan Parameter Produksi Pengeboran Tamrock Phantera VS Everdigm ECD45E

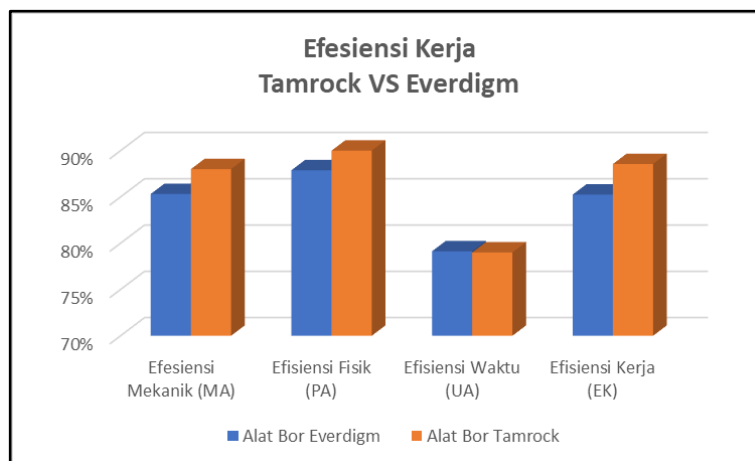
Berdasarkan grafik diatas dapat dilihat dari beberapa parameter untuk mendapatkan nilai produksi pengeboran pada kedua alat bor, alat *Tamrock* mempunyai nilai laju penetrasi lebih besar dibandingkan dengan alat *Everdigm*. Laju penetrasi pada alat *Tamrock* mendapatkan nilai rata – rata 3,45 meter dalam satu menit, sedangkan untuk alat *Everdigm* mendapatkan nilai rata – rata 2,58 meter dalam satu menit. Hal tersebut menjadi salah satu perbandingan yang sangat signifikan terhadap hasil produksi pengeboran yang akan dihasilkan pada masing – masing alat.



Gambar 8. Perbandingan Produksi Pengeboran Tamrock Phantera VS Everdigm ECD45E

Rencana Peningkatan Efisiensi

Rencana peningkatan efisiensi dilakukan dengan mengurangi waktu tersedia pada alat bor dengan waktu standby dan repair pada alat, sehingga mendapatkan waktu efektif terhadap kerja alat bor.



Gambar 9. Perbandingan Setelah Peningkatan Efisiensi Tamrock Phantera VS Everdigm ECD45E

Bedasarkan hasil perhitungan alat bor tamrock mendapatkan nilai efisiensi mekanik 88%, efisiensi fisik 90%, efisiensi waktu 79%, efisiensi kerja 89%. Untuk alat bor everdigm mendapatkan nilai efisiensi mekanik 85%, efisiensi fisik 88%, efisiensi waktu 79%, efisiensi kerja 85%.

Produktivitas Pengeboran

Produktivitas pengeboran dapat dipengaruhi dari kecepatan pengeboran, kecepatan pekerjaan di pengaruhi dari waktu hambatan, dapat dilihat bahwasannya alat everdigm belum memenuhi target produksi yang Dimana alat bor everdigm mendapatkan 9527,50 m3/hari sedangkan tamrock mendapatkan 13110,42 m3/hari. Hal ini disebabkan oleh waktu hambatan tapi secara teoritis waktu hambatan tidak dapat di hilangkan tetapi dapat di minimalisir waktu hambatan untuk meningkatkan produktivitas pengeboran.

Pengurangan Waktu Hambatan

Tabel 2. Waktu Hambatan

No.	Jenis Waktu Hambatan Di lapangan (menit)	Alat Bor	
		Everdigm ecd45e	Tamrock panthera
1	p2h (persiapan)	3,75	3,75
2	istirahat makan siang	5,63	5,63

3	perbaikan alat	0,00	0,00
4	pindah lokasi	2,50	1,88
5	merapihkan lubang buntu	0,00	2,25
6	membersihkan unit	1,25	1,25
7	isi fuel	0,75	0,75
8	isi air radiator dan oli	0,88	0,88
	Total	14,75	16,38

Sumber: Data Penelitian yang Sudah Diolah, 2025

Berdasarkan tabel di atas menunjukkan jenis-jenis waktu hambatan yang dimaksud waktu hambatan yaitu :

1. P2h atau pengecekan dilakukan setiap sehabis briefing operator alat bor melakukan pengecekan alat, oli mesin, fuel, air radiator, dan *hydraulic compressor* hal ini sangat penting dilakukan untuk melihat kesiapan alat untuk mencapai target produksi pengeboran harian.
2. Isitirahat makan siang biasanya operator *stand by* di dalam alat bor tidak meninggalkan alat.
3. Perbaikan alat jika ada kerusakan mesin alat di repair langsung di lokasi mekanik langsung datang untuk *repair* sehingga alat *breakdown* dan tidak bisa digunakan hingga selesai perbaikan.
4. Pindah Lokasi biasanya dilakukan jika pekerjaan pada suatu Lokasi sudah hampir selesai maka salah satu alat akan pindah ke lokasi baru dan melakukan pekerjaan yang baru.
5. Merapihkan lubang buntu jika dalam pengecekan lubang terdapat lubang yang tidak mencapai kedalaman lubang 17,3m maka alat melakukan pengeboran ulang atau hanya sekedar memberikan penetrasi agar tidak ada batu sangkutan di dalam lubang, waktu hambatan ini dapat di hindarkan Ketika sesudah melakukan pengeboran maka *helper* mengecek lubang dengan benar agar tidak ada batu sangkutan.
6. Membersihkan unit waktu hambatan ini terkadang tidak sesuai karena terlalu lama dan mengurangi produktivitas pengeboran waktu hambatan ini dapat di minimalisir.
7. Isi *fuel* alat menunggu *fuel truck* untuk mengisi *fuel* waktu hambatan ini dapat diminimalisir dengan mengisi *fuel* di waktu pagi hari dan di akhir jam shift agar tidak memakan waktu terlalu lama.
8. Mengisi air radiator dan oli waktu hambatan ini alat dan operator menunggu mekanik membawa air radiator dan oli dari bengkel waktu ini dapat diminimalisir dengan di pagi hari langsung membawa air radiator dan oli dari bengkel dan tidak menunggu mekanik datang ke Lokasi itu akan memakan waktu yang cukup lama.

Tabel 3. Produksi Pengeboran

No.	Parameter	Alat Bor	
		Everdigm	Tamrock
1	Laju penetrasi (m/menit)	2,58	3,45
2	Efisiensi Kerja (EK)	0,85	0,89
3	Volume Setara (m3/meter)	11,14	11,14
4	Waktu dalam 1 Jam	60	60
5	Produksi (m3/jam)	1467,10	2054,27
6	Produksi (m3/hari)	11736,77	16434,18

Sumber: Data Penelitian yang Sudah Diolah, 2025

Dengan dilakukan pengurangan waktu hambatan produksi harian pengeboran dapat tercapai, perhitungan di atas diperoleh sesudah melakukan pengurangan waktu hambatan yang sebelumnya alat bor everdigm hanya mendapatkan 9527,50 m³/hari naik menjadi 11736,77 m³/hari dan alat bor tamrock hanya mendapatkan 13110,42 m³/hari naik menjadi 16434,18 m³/hari.

D. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, terdapat beberapa kesimpulan yang diperoleh, diantaranya yaitu:

Laju penetrasi yang dihasilkan dari alat bor *Tamrock Phantera* dengan *Everdigm ECD45E* berbeda. Untuk alat *Tamrock* menghasilkan nilai laju penetrasi rata – rata yaitu 3,45 meter per menitnya. Sedangkan untuk alat bor *Everdigm, ECD45E* menghasilkan nilai rata – rata 2,58 meter per menitnya.

Kemampuan pengeboran didasarkan dari seberapa banyak jumlah lubang bor yang dihasilkan. Untuk alat bor *Tamrock Phantera* rata – rata jumlah lubang bor yang dihasilkan yaitu sebanyak 13 lubang perharinya. Sedangkan untuk alat bor *Everdigm ECD45E* menghasilkan jumlah lubang bor rata – rata sebanyak 10 lubang perharinya.

Efisiensi kerja dari kedua alat bor memiliki nilai yang tidak jauh berbeda. Untuk nilai PA alat bor *Tamrock Phantera* memiliki nilai 90% sedangkan untuk alat bor *Everdigm* yaitu 88%. Untuk nilai EU alat bor *Tamrock Phantera* memiliki nilai 70% sedangkan untuk alat bor *Everdigm* yaitu 72%. Untuk nilai MA alat bor *Tamrock Phantera* memiliki nilai 85% sedangkan untuk alat bor *Everdigm* yaitu 88%. Untuk nilai UA alat bor *Tamrock Phantera* memiliki nilai 79% sedangkan untuk alat bor *Everdigm* yaitu 79%.

Dari masing – masing alat bor, alat bor *Tamrock Phantera* menghasilkan nilai produksi sebelum efisiensi yaitu sebesar 13.110,42 m³/hari dan sesudah efisiensi yaitu sebesar 16.434,18 m³/hari. Sedangkan untuk alat *Everdigm ECD45E* menghasilkan nilai produksi sebelum efisiensi yaitu sebesar 9.527,50 m³/hari dan sesudah efisiensi yaitu sebesar 11.736,77 m³/hari.

Untuk mencapai target produksi harian sesudah efisiensi yaitu untuk alat *Tamrock Phantera* dengan target produksi 16.434,18 m³/hari dibutuhkan 7 alat bor, dan untuk alat *Everdigm ECD45E* dengan target produksi 11.736,77 m³/hari dibutuhkan 6 alat bor.

Ucapan Terimakasih

1. Allah Subhanahu Wa Ta'ala
Penyusun panjatkan puji dan syukur kepada Allah SWT berkat izinnya senantiasa memberikan rahmat, ridha dan hidayah-Nya serta memberikan kekuatan, kesehatan dan kesabaran sehingga penyusun dapat menyelesaikan skripsi yang sederhana ini. tidak lupa shalawat serta salam semoga selalu tercurahkan kepada junjunan Nabi besar Muhammad SAW
2. Keluarga
Penyusun berterima kasih kepada kedua orang tua yaitu Juariah dan Hendry Jansyah yang telah memberikan kasih sayang, memberikan dukungan baik suka maupun duka serta dukungan secara moril dan material. Tidak lupa penyusun berterima kasih kepada adik laki-laki penyusun yaitu Fayza Dariel Nizam yang selalu memberikan semangat serta menghibur penyusun ketika sedang berada dalam kesulitan.
3. Keluarga Teknik Pertambangan UNISBA Angkatan 2019
Penyusun ucapkan terima kasih kepada keluarga teknik pertambangan angkatan 2019 yang telah memberikan dukungan semangat, ilmu, dan pelajaran hidup. Terima kasih juga untuk menemani penyusun dengan canda tawa dari awal bertemu hingga saat ini.

Daftar Pustaka

- Muhamad Rizal Kautsar, Sriyanti, & Elfida Moralista. (2025). Monitoring Temperature Batubara untuk Prediksi Swabakar pada Stockpile Inpit TAL RL Utara. *Jurnal Riset Teknik Pertambangan*, 21–28. <https://doi.org/10.29313/jrtp.v5i1.6606>
- Nabilla Amellia Putri, Iswandaru, & Elfida Moralista. (2025). Pengaruh Geometri Jalan terhadap Konsumsi Bahan Bakar Alat Angkut pada Penambangan Batubara. *Jurnal Riset Teknik Pertambangan*, 1–10. <https://doi.org/10.29313/jrtp.v5i1.6470>
- Rosdiana, H., Ashari, Y., & Fauzi Isniarno, N. (2025). *Pengaruh Intensitas Curah Hujan terhadap Kegiatan Pemompaan pada Sump Berdasarkan Water Balance di PT XYZ A B S T R A K*. <https://journal.sbpublisher.com/index.php/minetech>
- Moelhim Kathodharmo, Irwandy Arif, Suseno Kramadibrata, 1984, “*Teknik Peledakan, Diktat Kuliah Jilid 1, Jurusan Teknik Pertambangan*”, Jurusan Teknik Pertambangan, Fakultas Teknologi Mineral

Institut Teknologi Bandung, Bandung.

Koesnaryo Sugeng, 1996, “*Pemboran Untuk Penyediaan Lubang Ledak*” UPN “Veteran”, Yogyakarta.

Muhamad Rizal Kautsar, Sriyanti, & Elfida Moralista. (2025). Monitoring Temperature Batubara untuk Prediksi Swabakar pada Stockpile Inpit TAL RL Utara. *Jurnal Riset Teknik Pertambangan*, 21–28. <https://doi.org/10.29313/jrtp.v5i1.6606>

Nabilla Amellia Putri, Iswandaru, & Elfida Moralista. (2025). Pengaruh Geometri Jalan terhadap Konsumsi Bahan Bakar Alat Angkut pada Penambangan Batubara. *Jurnal Riset Teknik Pertambangan*, 1–10. <https://doi.org/10.29313/jrtp.v5i1.6470>

Rosdiana, H., Ashari, Y., & Fauzi Isniarno, N. (2025). *Pengaruh Intensitas Curah Hujan terhadap Kegiatan Pemompaan pada Sump Berdasarkan Water Balance di PT XYZ A B S T R A K*. <https://journal.sbpubliher.com/index.php/minetech>

Moelhim Kathodharmo, Irwandy Arif, Suseno Kramadibrata, 1984, “*Teknik Peledakan, Diktat Kuliah Jilid 1, Jurusan Teknik Pertambangan*”, Jurusan Teknik Pertambangan, Fakultas Teknologi Mineral Institut Teknologi Bandung, Bandung.

Koesnaryo Sugeng, 1996, “*Pemboran Untuk Penyediaan Lubang Ledak*” UPN “Veteran”, Yogyakarta.

Saptono S, 2006, “*Teknik Peledakan,*”.Departemen Pertambangan dan Energi, Direktorat Jenderal Pertambangan Umum, Pusat Pengembangan Tenaga Pertambangan.

Atlas Copco Drilling Solutions LLC, 2009 “*Blast Hole Drilling In Open Pit Mining*”, USA, Texas.

Anonim, 2004, “*Modul 5 Teknik Peledakan, Pendidikan dan Pelatihan Juru Ledak Penambangan Bahan Galian*” Pusdiklat, Teknologi Mineral dan Batubara, Bandung.

Koesnaryo, S, 2001, “*Rancangan Peledakan Batuan*” Jurusan Teknik Pertambangan, UPN “Veteran” Yogyakarta.

Tamrock, 1987, “*Surface Drilling and Blasting*”

Rydani Affandhi Saputra, 2020, “*Evaluasi Kinerja Alat Bor Dalam Penyediaan Lubang Ledak Untuk Mencapai Target Produksi Pembongkaran Overburden Di PT. SIMS Jaya Kaltim Site PT. Kideco Jaya Agung Kalimantan Timur*”, Teknik Pertambangan, Universitas Mulawarman, Samarinda.

Ghozali, Imam. (2018). “*Desain Penelitian Kuantitatif dan Kualitatif*”. Semarang:

Purcell, E. J. & Varberg, D. (2006). “*Calculus with Analytic Geometry*”. Pearson Education.

Hustrulid, W., 1999, “*Blasting Principles For Open Pit Mining, Volume I*” Netherlands : A.A. Balkema.

M. Dahlan Balfas, 2009, “*Buku Pegangan Geologi*” Universitas Mulawarman, Samarinda.